



TITLE:

6 行動と運動の中樞神経制御の機序(VII 共同利用研究 2.研究成果)

AUTHOR(S):

丹治, 順; 虫明, 元; 嶋, 啓節

CITATION:

丹治, 順 ...[et al]. 6 行動と運動の中樞神経制御の機序(VII 共同利用研究 2.研究成果). 霊長類研究所年報 2003, 33: 107-108

ISSUE DATE:

2003-08-27

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/165833>

RIGHT:

る。そこで、2つの領域からのマルチニューロン活動の同時記録も試みている。

2 大脳皮質神経回路による運動学習機構の研究

蔵田潔(弘前大・医・第二生理)

ヒトやサルが行う上肢による到達運動は、シフトプリズムを装着することにより視覚空間座標と運動座標との間に解離が生じても、10-20回の試行で正確に目標に到達することができ、しかもプリズムの着脱毎に極めて高い再現性のあることが確認されている。このプリズム適応には運動前野腹側部が重要な役割を果たすと考えられているが、本研究では運動前野腹側部(PMv)および一次運動野(MI)において複数の単一ニューロン活動を同時記録し、これら領域の神経ネットワークにおける信号伝達の変化を比較検討した。

PMvとMIで記録された運動関連活動を解析した結果、いずれの領域にも運動座標を反映する活動(Mニューロン)が存在していた。しかし、PMvに特異的に視覚座標を反映する活動(Vニューロン)が存在していた。さらにこれらニューロン間の相互相関を解析すると、プリズム適応中に特異的な現象としてスパイク後促進が存在し、そのような変化はVニューロンがMニューロンに接続していると考えられる場合に多数みられた。これらの結果は、特に運動前野腹側部において、到達運動に必要な座標変換が行われており、その変換系における動的変化が運動学習に重要な役割を果たしていることを示唆する。

3 神経活動記録および可逆的傷害による脚橋被蓋核の眼球運動への関与の可能性の検討

相澤寛(弘前大・医)

衝動性眼球運動反応時間課題に関連して発火頻度を変化させるニホンザル脚橋被蓋核(PPTN)ニューロンの神経活動記録を継続し、これまで同定、発見された以下の4種類の活動様式に分類した。1)眼球運動遂行時、予期的ないしは実行時に発火頻度の変化のあるもの、2)試行遂行のための注視継続中に活動するもの、3)正しい運動を遂行した上で、その結果としての報酬に対して或いは予期的に発火頻度を増加させるもの、4)報酬を目的として自発的に遂行しようとして各試行の最初に遭遇する事象に対して或いはこれに予期的に発火頻度を増加させ、かつ動機づけや覚醒の度合いを反映する可能性が示唆される活動を示すもの、である。新たに活動様式の組合せによるサブグループ分けが可能であることと、上記分類の複数の性格を併せ持つニューロンが大多数を占めることが明らかになった。PPTNは上丘はじめ運動系や黒質緻密部への出力を持ち大脳基底核とのかかわりが深いと同時に、睡眠・覚醒レベル調節への関与、視床下部や辺縁系との関連、感覚応答強度への修飾との関係が報告されており、神経活動記録で示された機能的多面性との対応の可能性が示唆された。

4 光計測法を用いた初期視覚系における視知覚の神経メカニズムの研究

伊藤南(生理研・高次神経調節)、

谷利樹(総研大)

初期視覚系では受容野が視野上の微小な部分に限

局される一方で良好な視野再現を示す。しかし古典的な受容野内の局所的な処理だけでは輪郭線を含まない一様な面部分の明るさや色の表現、あるいは暗点部分における知覚の充填の神経機構を説明することができない。我々は初期視覚野における空間統合の様子を明らかにするために麻酔下の動物において、ディスプレイの画面全体に広がる輪郭のない一様な面刺激の輝度を変化させて生じる神経活動を調べた。Imager2001(Optical Imaging社製)を用いた内因性の光計測により、ネコの18野においては視野の垂直中心線に相当する領域においてパッチ状の活動領域が生じることを明らかにした。さらに細胞外記録により活動領域内には面刺激に反応するニューロンが多く含まれることを明らかにした。またこの活動領域は方位選択性地図における特異点を中心に広がる傾向があり、個々のニューロンは一様な面刺激に加えて低空間周波数成分を持つ縞刺激に対しても選択的な反応を示した。本年度は麻酔下のサルで光計測を実施したが、V1、V2野において面反応領域らしきものは認められなかった。しかし得られた内因性信号が微弱なため結論をくだすには至らなかった。以上の結果より初期視覚系の一部領域が一様な面の表現に関与することが示唆される。

5 霊長類高次視覚中枢の構造と機能

田村弘(大阪大・院・生命機能)

本研究では、高度に発達した視覚機能を有する霊長類において、物の形の視覚的認識を支える大脳皮質神経回路の構造と機能の解明を目指した。特に物の形の視覚的認識の中枢である下側頭葉皮質に着目し、抑制性神経細胞の物体の形に対する反応様式と神経結合様式について検討した。本研究から、物の形の視覚的認識における抑制性神経細胞の役割を明らかにすることができる。と期待できる。

所外供給を受けたニホンザル2頭を用いて、研究を行った。麻酔非動化したニホンザルから様々な視覚パターンに対する複数神経細胞の活動を同時に記録した。記録には独自に開発した複数神経細胞活動同時計測システムを用いた。抑制性細胞は、同時に記録した細胞ペア間での相互相関解析から同定した。その結果、抑制性細胞は、視覚刺激に選択的に反応すること、異なる刺激選択性の細胞に結合する傾向をもつこと、が明らかになった。このような抑制性細胞の性質は、下側頭葉皮質細胞の複雑な形に対する視覚反応の形成に役立つと考えられる。本研究成果は、2002年北米神経科学会で発表した。

6 行動と運動の中枢神経制御の機序

丹治順、虫明元、

嶋啓節(東北大・医・生体システム生理)

前頭葉の内側面、補足運動野(SMA)、前補足運動野(pre-SMA)、補足眼野(SEF)に関しては、機能的に異なると考えられるが、一方でこれら複数の領域を一括して、眼球運動関連領域とする研究グループもあり、眼球運動と上肢運動がどのように表現されているかを明らかにする事が大切である。これまで手の連続運動課題を用いて補足運動野、前補足運動野の機能を明らかにしてきた。眼球運動に関しても、連続的な眼球運動課題をサルに訓練してその関連活動を解析した。眼球運動に関

与する運動関連細胞は補足視野に分布することは、既に調べて明らかにしてきたが、一方で、前補足運動野、補足視野には、効果器に依存せず眼球運動にも手の運動にも関与する細胞活動も多数存在した。それらは効果器非選択性であった。さらに今回サルに連続眼球運動課題を行わせて、その遂行中の補足視野の細胞活動を記録解析すると、ランク選択性のある細胞活動が多く見出された。さらに順序選択的な細胞活動も見出され、補足視野が、高次の眼球運動制御に関わることが明らかになった。

7 ワーキングメモリに関わる皮質-視床間相互作用の研究

船橋新太郎,

渡辺由美子(京都大・院・人間環境学),

関優子(京都大・総合人間)

2頭のサルに注視と記憶誘導性眼球運動課題を組み合わせた遅延反応課題を学習させ、視床背内側核からニューロン活動を記録した。また、1頭のサルでは、皮質-視床間相互作用を検討する目的で、左側前頭連合野背外側部に7対の刺激電極を埋設し、この電極を通しての電気刺激に対する視床背内側核ニューロンの応答(逆行性応答ならびに順行性応答)を記録し、解析した。72個のニューロンが前頭連合野の電気刺激に対して応答を生じた。このうち、58個は逆行性応答を示し、その平均潜時は5.2 msであった。一方、4個のニューロンは順行性応答を示し、その潜時は12.0-16.0 msと、逆行性応答の潜時に比べて長い値を示した。また10個のニューロンでは、前頭連合野の単発刺激により150-230 msの長潜時でバースト状の発火が生じるのが観察された。今後、このような応答を示すニューロンの課題における発火活動を解析し、皮質-視床間相互作用の機能的意味を検討する予定である。

8 新世界ザルの認知機能に関する比較認知科学的研究

藤田和生(京都大・文)

認知機能は、種の系統発生と生活様式への適応という2つの制約の中で進化する。この進化過程を調べる上で、ヒトからは系統的に遠いが、おそらく独自の進化を遂げている新世界ザルの認知機能の分析は、生活様式と認知機能の関連性を探る上で重要である。本課題の目的は、道具使用等で優れた知性を発揮するフサオマキザルの認知機能を多角的に分析し、知性を進化させる原動力を考察することである。平成14年度は、以下の成果を得た。部分隠蔽図形の認識過程(知覚的補間)を分析し、彼らが図形の外輪郭のみならず内部模様についても、規則性が保たれるように補間することを示した。他者の将来の行動を予測できるか分析し、自己に向けられた他者の行動は予測可能であるが、第3者に向けられた他者の行動は予測できないことを示す結果を得た。2頭間での役割の異なる共同作業課題を、サルは自発的に解決できることを示した。また、画面に提示された物体の写真を実物の表象として認識できることを示した。さらに、サルは人の呼び声から特定の人の映像を想起できることを示した。

9 空間情報の一時貯蔵と処理に関わる脳内神経機構の研究

竹田和良(京大・院・人間環境学)

ワーキングメモリにおける情報処理の仕組みを明らかにするため、情報処理をニューロンによって表象されている情報の変化過程と考え、ニューロン群による様々な空間情報の記憶表象と、課題文脈の変化に伴うその時間的・空間的パターンの変化を検討した。サルに2種類の遅延反応課題を学習させ、前頭連合野の主溝とその周辺部から約300個の単一ニューロン活動を記録し、記録場所と記録したニューロンの課題関連活動の種類、方向選択性などの特徴を決定した。記録場所の同定を容易にするため、記録電極のガイドとしてグリッドを用いた。ニューロン活動の記録を継続し、年度末に動物を実験殺し、記録部位の同定を行った。現在、記録したニューロンの空間分布図を作成中で、これが完成した後に、各ニューロンの活動パターンや活動の特徴を空間分布図に書き込み、ニューロン群による空間情報の記憶表象様式、そして、課題の進行に伴うその時間的・空間的パターンの変化を解析する予定である。

10 運動ダイナミクスの脳内実現過程の研究

河野憲二, 設楽宗孝,

小高泰(産業技術総合研究所)

小さい視標を追跡する訓練をしたニホンザル頭を用い、文脈が円滑追跡眼球運動の発現に及ぼす影響を調べた。

円滑追跡眼球運動の訓練を行ったサルを用いた。サルの前にスクリーンを置き、小さい視標を視野中心部に提示した。この視標が10Hzでピーク値 10° /秒の速度で水平に(左右に)サイン波状に一周期(100ミリ秒)動いたことにより誘発される眼の動きを計測した。文脈の影響を調べるため、サルが繰り返し円滑追跡眼球運動を行っているブロックとサルが単に静止した視標を固視しているブロックにわけ、同じ視覚刺激に対する反応を比べた。

同じ視標の動き(サイン波状、 10° /秒)でも、前後でサルが常に円滑追跡眼球運動をおこなっているブロックでは、サルが静止した視標を固視しているブロックよりも大きい反応が観察された。この現象は、円滑追跡眼球運動のための視覚運動処理のシステムのゲインが文脈によって変化することを示唆している。

11 慢性サルにおける咀嚼の中核メカニズムに関する研究

増田裕次(大阪大・院・歯)

ウサギを用いた実験から、一連の咀嚼は3つのstageに分類され、咀嚼の進行に伴ってスムーズに移行することが知られている。しかし、摂食から嚥下までの運動中、食品の特性を判断して、上記のstageの変換をスムーズに行わせるための中枢神経機構は明らかにされていない。そこで本研究では、サルを用いて咀嚼のスムーズな進行を解析し、その中枢神経機構を明らかにすることを目的としている。サルの口腔前方のトレイに提示した食物を、手を使わずに舌あるいは口唇で摂取し、咀嚼・嚥下を行わせたときの咀嚼筋(咬筋・顎二腹筋)筋電図および下顎の運動を記録した。サルにおいても筋活動や顎運動から一連の咀嚼は、最初の開口が起ってから飼料を舌で取り込もうとする期間、開口とともに食物を口腔